

12 г/час и 14,8 г/час для  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{YbF}_3$  и  $\text{CaF}_2$ , соответственно. Причина низкой производительности для  $\text{BaF}_2$  может заключаться в его высокой прозрачности на 10,6 мкм (~95%) и низком коэффициенте преломления  $n$  (1,39). Это приводит к слабому рассеянию излучения  $\text{CO}_2$ -лазера прозрачными частицами, и излучение уходит вглубь мишени. Таким образом, поглощение излучения приобретает не поверхностный, а объёмный характер.  $\text{YbF}_3$  обладает большим  $n$ , что приводит к более сильному рассеиванию, а соответственно, более высокой производительности. Флюорит, несмотря на самый низкий  $n$  (1,34), обладает наиболее высоким из данных трёх материалов показателем поглощения ( $7,2 \text{ см}^{-1}$ ), что позволяет ему достаточно хорошо испаряться излучением  $\text{CO}_2$ -лазера.

1. V.V. Osipov, V.V. Lisenkov, V.V. Platonov, E.V. Tikhonov / Processes of interaction of laser radiation with porous transparent materials during their ablation // Quantum Electronics, 2018, V.48, issue 3, pp. 235 –243

## КОРРОЗИЯ СПЛАВОВ ТИПА 625 В ХЛОРАЛЮМИНАТНЫХ РАСПЛАВАХ

Габдрахманова Д.Р.\*, Карпов В.В., Абрамов А.В., Шак А.В., Половов И.Б.

Уральский федеральный университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [diana-1-5-96@yandex.ru](mailto:diana-1-5-96@yandex.ru)

## CORROSION OF TYPE 625 ALLOYS IN CHLOROALUMINATE MELTS

Gabdrakhmanova D.R.\*, Karpov V.V., Abramov A.V., Shak A.V., Polovov I.B

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Corrosion properties of type 625 alloys (Inconel 625 and Nicrofer 6020) in  $\text{KCl}-\text{AlCl}_3$  melts were investigated in a wide range of temperatures and various exposure time intervals using gravimetric tests and energy-dispersive X-ray spectroscopy of corroded samples surface. It was shown that corrosion processes have electrochemical nature and the increase of temperature up to  $650^\circ\text{C}$  leads to change of corrosion mechanism from gradual etching towards intergranular corrosion. It was demonstrated that intergranular destruction is associated with formation of secondary phases at the grain boundaries of alloys. “Time-temperature-precipitation” diagram was constructed to predict the possible conditions of type 625 alloys application. It was found that Inconel 625 and Nicrofer 6020 alloys can be used in contact with chloroaluminate melts at temperatures less than  $600^\circ\text{C}$ .

Невысокие температуры плавления и низкая стоимость исходных веществ бинарных смесей  $\text{KCl}-\text{AlCl}_3$  обуславливают привлекательность использования хлоралюминатных расплавов для получения и рафинирования ряда переходных металлов, таких как никель, хром, ниобий, молибден и т.д. Также низкоплавкие

хлоралюминатные электролиты представляют интерес для использования в качестве теплоносителя второго контура жидкосолевых ядерно-энергетических установок. Однако внедрению новых электрохимических и ядерных технологий препятствует отсутствие конструкционных материалов, обладающих высокой коррозионной стойкостью в данных средах.

В настоящей работе гравиметрическим методом исследованы коррозионные свойства сплавов типа 625 (Inconel 625 и Nicrofer 6020). Данные материалы представляют собой жаропрочные и коррозионностойкие сплавы системы «никель-хром-молибден-железо».

Коррозионные тесты в расплаве  $KCl-AlCl_3$  с мольным отношением  $Al:K=1.1$  осуществляли в течение 6, 30, 100 часов при температурах 450, 550 и 650 °С. Показано, что увеличение времени выдержки при одной и той же температуре приводит к уменьшению скорости коррозии, что связано с возникновением диффузионных затруднений, связанных с отводом продуктов коррозии, по мере увеличения времени контакта материала с электролитом. Увеличение температуры с 450 °С до 650 °С приводит к существенному росту скоростей коррозии. Отличия в скоростях коррозии между сплавами-аналогами не существенны.

На основании анализа поверхности прокорродировавших образцов методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии установлено, что она обеднена по наиболее электроотрицательным элементам – хрому и железу. Это указывает на электрохимический характер коррозионных процессов.

Показано, что увеличение температуры до 650 °С приводит к смене характера коррозионного разрушения материалов со сплошного на межкристаллитный. Продемонстрировано, что наиболее нежелательные процессы межкристаллитной коррозии связаны с формированием по границам зерен вторых фаз.

С целью прогнозной оценки ресурса материала построена диаграмма «время-температура-приципитация» в интервале температур от 550 до 1000 °С и максимальной продолжительностью старения до 1000 ч. Установлено, что никелевые сплавы Inconel и 625 Nicrofer 6020 могут быть применены в качестве конструкционных материалов, находящихся в контакте с хлоралюминатными расплавами при температурах не выше, чем 600 °С.